

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT BAMBU DAN PELAPISAN BATU APUNG TERHADAP KUAT LENTUR BETON RINGAN

Fenty Putri Alista, Sri Murni Dewi, Eva Arifi

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: fentyalista@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian tentang beton terus berkembang seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi. Salah satunya adalah penelitian tentang beton ringan. Beton ringan sangat banyak dikembangkan karena manfaatnya yang dapat mengurangi berat sendiri suatu bangunan, sehingga efek gempa terhadap bangunan dapat diminimalisir. Salah satu cara membuat beton ringan adalah dengan mengganti agregat kasar dengan batu apung. Pada penelitian ini digunakan dua variabel bebas yaitu variasi penambahan serat bambu dan pelapisan batu apung. Variasi penambahan serat bambu yang digunakan yaitu 0%, 1%, 1.2%, dan 1.4% terhadap berat semen sedangkan batu apung yang digunakan adalah batu apung tanpa pelapisan dan batu apung dengan pelapisan. Benda uji yang digunakan memiliki dimensi 15 x 15 x 60 cm untuk selanjutnya dilakukan pengujian lentur dengan beban dua titik di 1/3 bentang tengah. Berdasarkan hasil analisis varian satu arah, didapatkan F_{hitung} 0.490 dan F_{tabel} 3.24 untuk pengaruh variasi penambahan serat pada beton tanpa pelapisan. Sedangkan pada pengaruh variasi penambahan serat dengan pelapisan didapatkan F_{hitung} sebesar 2.492 dan F_{tabel} 3.24. Pada pengujian t yang berguna untuk mengetahui pengaruh pelapisan batu apung pada beton ringan didapatkan nilai T_{hitung} sebesar -0.479 untuk variasi serat bambu 0%, 1.121 untuk variasi serat bambu sebesar 1%, -2.05 untuk variasi serat bambu sebesar 1.2%, dan -0.957 untuk variasi serat bambu sebesar 1.4% dengan T_{tabel} sebesar ± 2.306 . Dapat disimpulkan bahwa berdasarkan hasil analisis varian dan uji t, penambahan serat bambu dan dan pelapisan batu apung masih belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kuat lentur beton ringan. Namun jika dilihat dari kuat lentur rata-rata, kuat lentur pada beton ringan baik tanpa pelapisan maupun dengan pelapisan mengalami kenaikan seiring dengan penambahan serat.

Kata kunci: beton ringan, batu apung, pelapisan, serat bambu, kuat lentur

ABSTRACT

The researches on concrete are growing continuously along with the times and technology. One of many kinds is the research about lightweight concrete. Lightweight concrete are commonly developed because of its benefit which can reduce the selfweight of a building, so that the effect of earthquakes on buildings can be minimized. One way to make lightweight concrete is to replace the coarse aggregate with pumice. There are two independent variables which are used in this research, they are variations of bamboo fibres addition and coating pumice. Variations of bamboo fibres addition are 0%, 1%, 1.2%, 1.4% toward the weight of cement, while the variations of pumice are pumice without coating and pumice with coating. The samples used have the dimensions 15 x 15 x 60 cm, and tested at two points in the 1/3rd of middle of the span to get the flexural strength. Based on the results of one-way analysis of variance, the value of $F_{\text{data analysis}}$ is 0.490 and F_{table} 3.24 for the effect of variations of bamboo fibres addition on lightweight concrete without coating. While for the effect of bamboo fibres addition on lightweight concrete with coating, the value of $F_{\text{data analysis}}$ is 2.492 and F_{table} is 3.24. At t-test which is used to know the effect of pumice coating toward flexural strength, the value of $T_{\text{data analysis}}$ is -0.479 for variation of bamboo fibres of 0%, 1.121 for variation of bamboo fibres of 1%, -2.05 for variation of bamboo fibres of 1.2%, and -0.957 for variation of bamboo fibres of 1.4%. It can be conclude that based on the results of the analysis of variance and t-test, the addition of bamboo fibres and pumice coating still not have a significant influence on the flexural strength of the lightweight concrete. However, if viewed from the average of the flexural strength, the flexural strength of lightweight concrete without coating and lightweight with coating increased along the bamboo fibres addition.

Keywords: lightweight concrete, pumice, coating, bamboo fibres, flexural strength

I. PENDAHULUAN

Beton merupakan material yang sering digunakan dalam konstruksi bangunan terutama pada struktur kolom dan balok. Dibandingkan dengan material lain seperti baja dan kayu, beton lebih banyak digunakan karena harganya yang lebih murah dan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan.

Perkembangan pada dunia konstruksi yang semakin pesat memungkinkan dibangunnya konstruksi yang massif, seperti bangunan pencakar langit. Kendala yang umum terjadi pada struktur bangunan tinggi adalah berat sendiri bangunan yang sangat rawan jika terkena beban gempa. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang material bangunan yang ringan dan efisien.

Saat ini banyak sekali inovasi-inovasi dalam pembuatan beton ringan. Seperti yang diketahui bahwa beton ringan mampu mengurangi berat sendiri bangunan sehingga efek terhadap gempa dapat diminimalisir.

Beton ringan umumnya didapatkan dengan mengganti agregat kasar dengan agregat kasar yang lebih ringan seperti batu apung. Selain itu beton ringan sering dikombinasikan dengan menambahkan serat didalamnya yang berguna untuk menambah kekuatan beton ringan.

Bambu merupakan bahan yang memiliki kekuatan tarik tinggi. Dengan menambahkan serat bambu ke dalam campuran beton ringan diharapkan dapat menambah kekuatan pada beton ringan.

Kombinasi antara batu apung yang dilapisi dan penambahan serat bambu pada beton ringan diharapkan dapat menghasilkan beton yang memiliki bobot ringan namun juga memiliki kuat lentur yang tinggi.

Oleh karena itu penelitian tentang pengaruh penambahan serat bambu dan pelapisan batu apung terhadap kuat lentur ini dilakukan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton Ringan

Beton ringan merupakan beton yang memiliki berat jenis kurang dari 1900 kg/m³. Berat jenis beton ringan ini sangat bervariasi tergantung dari agregat ringan yang digunakan. Teknik pembuatannya bermacam-macam, mulai dari teknik aerasi, mengganti agregat kasar dengan agregat kasar ringan, atau dengan mengganti agregat halus menjadi agregat halus sintetis.

2.2 Batu Apung

Batu apung merupakan jenis batuan sedimen yang terbentuk dari magma letusan gunung api yang mengalami pendinginan yang sangat cepat. Pada saat pendinginan terdapat udara yang terperangkap yang mengakibatkan adanya rongga udara dalam batuan.

Sebagian besar batu apung memiliki warna abu-abu terang hingga putih. Strukturnya yang berpori membuat batu apung ini memiliki berat jenis yang ringan.

2.3 Serat Bambu

Serat bambu diperoleh dengan membelah batang-batang bambu. Setelah itu dilakukan *treatment* dengan cara merendam serat bambu ke dalam larutan NaOH. Hal ini dilakukan agar zat pengikat serat terpecah sehingga tidak terjadi pembusukan.

2.4 Kuat Lentur

Menurut SNI 4431:2011, kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan kepadanya, sampai benda uji patah.

Pada percobaan kuat lentur hasil yang diperoleh adalah beban maksimum yang menyebabkan benda uji patah, untuk selanjutnya dihitung menggunakan rumus perhitungan sesuai dengan SNI 4431:2011 untuk memperoleh nilai kuat lentur.

Rumus yang digunakan untuk menghitung kuat lentur jika benda uji patah pada 1/3 bentang tengah adalah:

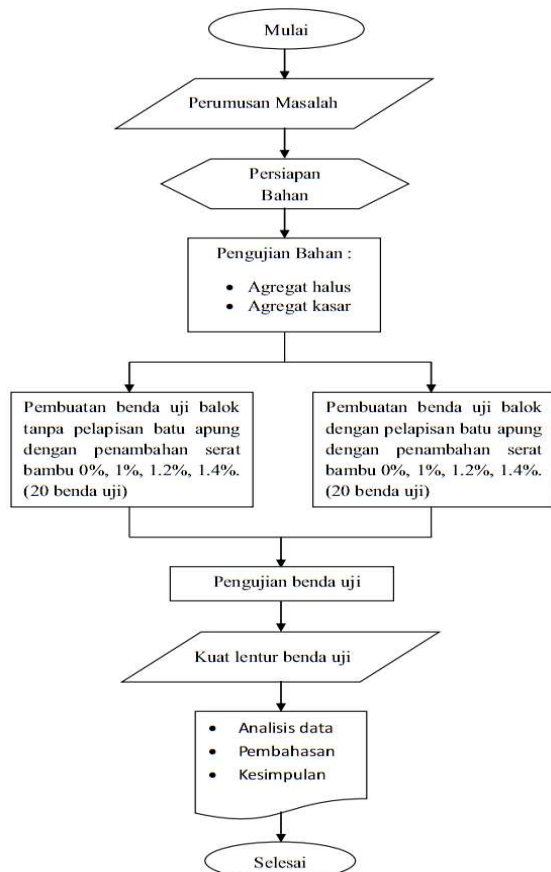
$$\sigma_l = \frac{P L}{b h^2} \quad (2-1)$$

Dimana P adalah beban maksimum, L adalah panjang bentang, b dan h merupakan lebar dan tinggi benda uji.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Langkah-langkah Penelitian

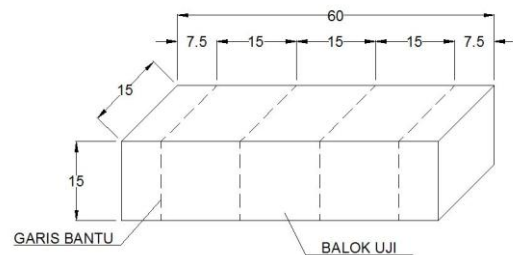
Penelitian dimulai dengan melakukan perumusan masalah dan studi literatur, kemudian persiapan bahan untuk selanjutnya dilakukan uji bahan, pembuatan benda uji, pengujian kuat lentur dan analisis data.



3.2 Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini agregat kasar diganti dengan batu apung dan dilakukan penambahan serat bambu dengan variasi serat 0%, 1%, 1.2%, 1.4%. Benda uji yang dipakai adalah balok tanpa tulangan dengan dimensi 15 x 15 x 60 cm seperti

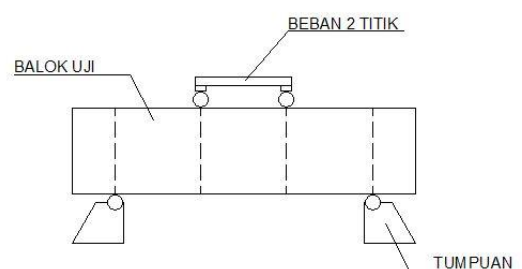
pada gambar 3.1. Perbandingan campuran beton yang digunakan adalah 1 : 2 : 0.75 dengan FAS rencana 0.6.



Gambar 3.1 Balok uji dengan garis bantu perletakan dan pembebanan

Jumlah benda uji untuk tiap variasi adalah 5 buah, sehingga total benda uji yang digunakan untuk variasi penambahan serat dan pelapisan batu apung adalah 40 buah.

Pengujian kuat lentur pada balok dilakukan setelah balok berumur 28 hari. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan. Benda uji dibebani pada 2 titik di 1/3 bentang hingga patah, kemudian beban maksimum yang terbaca oleh alat dicatat untuk selanjutnya dilakukan perhitungan kuat lentur menggunakan rumus (2-1). Skema pembebanan dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Pembebanan 2 titik pada balok

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Material

➤ Hasil pengujian agregat halus

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik dari agregat halus (pasir). Pasir yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Lumajang.

Tabel 4.1 Hasil pengujian agregat halus

Jenis Pemeriksaan	Satuan	Pasir Hitam
Modulus Halus	-	4.20
Berat Jenis SSD	-	2.65
Kadar Air	%	7.86
Penyerapan	%	1.4
Berat Isi	gram/cm ³	1.37

➤ Hasil pengujian agregat kasar

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik dari agregat kasar (batu apung). Batu apung yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Lombok Timur dan Lombok Utara.

Tabel 4.2 Hasil pengujian agregat kasar

Jenis Pemeriksaan	Satuan	Batu Apung
Modulus Halus	-	10.17
Berat Jenis SSD	-	1.041
Kadar Air	%	7.23
Penyerapan	%	6.8
Berat Isi	gram/cm ³	0.42

➤ Hasil pengujian beton segar

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui workability dari beton segar. Dari hasil uji *slump* didapatkan nilai slump seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 4.3 Hasil uji *slump*

Prosentase Serat (%)	Uji Slump (cm)	
	Batu Apung Tanpa Lapis	Batu Apung dengan Lapis
0	8	10
1	8	10
1.2	9.5	8.5
1.4	7	8.5

4.2 Hasil Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur pada penelitian ini dilakukan sesuai dengan SNI 4431:2011, dimana balok uji dibebani dengan 2 titik pada 1/3 bentang. Pengujian dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari. Hasil perhitungan kuat lentur dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini.

Tabel 4.4 Hasil pengujian kuat lentur beton ringan tanpa serat

No. Benda Uji	Kuat Lentur Beton (Mpa)	
	Tanpa Lapis	Dengan Lapis
1	2.27	1.93
2	2.27	1.87
3	1.93	2.67
4	1.73	1.80
5	1.80	2.20
Rata-rata	2.00	2.09

Tabel 4.5 Hasil pengujian kuat lentur beton ringan dengan serat 1%

No. Benda Uji	Kuat Lentur Beton (Mpa)	
	Tanpa Lapis	Dengan Lapis
1	2.07	1.93
2	1.33	1.60
3	2.33	1.60
4	2.27	1.40
5	2.60	2.47
Rata-rata	2.12	1.80

Tabel 4.6 Hasil pengujian kuat lentur beton ringan dengan serat 1.2%

No. Benda Uji	Kuat Lentur Beton (Mpa)	
	Tanpa Lapis	Dengan Lapis
1	1.87	2.07
2	1.93	3.13
3	1.93	2.07
4	1.60	2.33
5	2.00	2.00
Rata-rata	1.87	2.32

Tabel 4.7 Hasil pengujian kuat lentur beton ringan dengan serat 1.4%

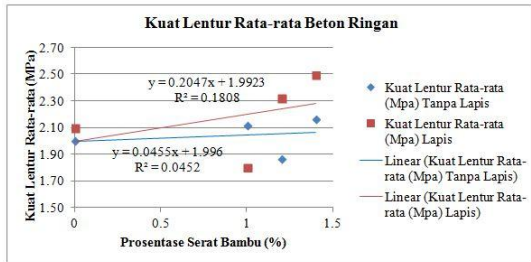
No. Benda Uji	Kuat Lentur Beton (Mpa)	
	Tanpa Lapis	Dengan Lapis
1	1.40	2.53
2	2.67	3.07
3	2.20	2.20
4	2.87	1.93
5	1.67	2.73
Rata-rata	2.16	2.49

Dari tabel-tabel di atas dapat dihitung kuat lentur rata-rata dari masing-masing variasi penambahan serat. Hasil perhitungan kuat lentur rata-rata dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.8 Hasil perhitungan kuat lentur rata-rata

Prosentase Serat (%)	Kuat Lentur Rata-rata (Mpa)	
	Tanpa Lapis	Lapis
0	2.00	2.09
1	2.12	1.80
1.2	1.87	2.32
1.4	2.16	2.49

Gambar 4.1 Grafik kuat lentur rata-rata



Dari grafik kuat lentur rata-rata dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan serat bambu pada beton ringan dapat meningkatkan kuat lentur beton ringan. Garis regresi pada grafik kuat lentur rata-rata menunjukkan bahwa kuat lentur beton ringan dengan pelapisan lebih tinggi daripada beton ringan tanpa pelapisan.

Penurunan kuat lentur rata-rata pada variasi penambahan serat 1.2% beton tanpa pelapisan dan 1% beton dengan pelapisan diakibatkan oleh beberapa faktor, salah satunya kesalahan pada proses pembuatan yaitu penambahan air untuk mencapai *slump* tertentu. Penambahan air yang tidak terkontrol tersebut menyebabkan nilai FAS tidak sesuai dengan rencana dan menurunkan kekuatan beton.

4.3 Hasil Uji Anova

Uji anova pada penelitian ini adalah uji anova satu arah. Uji anova ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat bambu terhadap kuat lentur beton ringan.

Hipotesis pada penelitian ini adalah:

- H_0 = Penambahan serat bambu tidak memiliki pengaruh terhadap kuat lentur beton ringan.

- H_1 = Penambahan serat bambu memiliki pengaruh terhadap kuat lentur beton ringan.

Kriteria dari pengujian ini adalah, jika:

- $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak
- $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima

Hasil pengujian anova satu arah dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.9 Rangkuman hasil uji anova

Variasi	F_{hitung}	F_{tabel}
Tanpa Pelapisan	0.490	3.24
Dengan Pelapisan	2.492	3.24

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa F_{hitung} baik beton tanpa pelapisan maupun beton dengan pelapisan masih kurang dari F_{tabel} , yang berarti H_0 diterima sedangkan H_1 ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan serat bambu masih belum mempengaruhi kuat lentur pada beton ringan.

4.4 Hasil Uji t-test

Uji *independent sample t-test* ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari pelapisan batu apung terhadap kuat lentur beton ringan.

Hipotesis pada penelitian ini adalah:

- H_0 = Tidak terdapat perbedaan kuat lentur yang signifikan pada kedua beton (beton tanpa pelapisan dan beton dengan pelapisan).
- H_1 = Terdapat perbedaan kuat lentur yang signifikan pada kedua beton (beton tanpa pelapisan dan beton dengan pelapisan).

Kriteria dari pengujian ini adalah, jika:

- $T_{hitung} < T_{tabel}$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak
- $T_{hitung} > T_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima

Hasil pengujian *t-test* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.10 Rangkuman hasil uji t

Variasi Serat Bambu (%)	Nilai T	
	T_{hitung}	T_{tabel}
0	-0.479	+/- 2.306
1	1.121	
1.2	-2.05	
1.4	-0.957	

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai T_{hitung} dari semua variasi serat masih kurang dari T_{tabel} sehingga H_0 diterima sedangkan H_1 ditolak. Hal tersebut dapat diartikan bahwa pelapisan pada batu apung masih belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kuat lentur beton ringan.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan mengenai kuat lentur pada beton ringan tanpa pelapisan dan dengan pelapisan dengan variasi penambahan serat, yaitu:

- a.) Berdasarkan analisis eksperimen, variasi penambahan serat bambu memiliki pengaruh terhadap kuat lentur beton ringan, namun hasil yang didapatkan tidak terlalu signifikan.
- b.) Dari hasil regresi kuat lentur rata-rata 5 sampel didapatkan bahwa nilai kuat lentur rata-rata mengalami peningkatan sebanding dengan penambahan serat. Pada saat variasi serat 1.2% untuk beton tanpa lapis dan 1% untuk beton dengan lapis, nilai kuat lentur rata-rata mengalami

penurunan, namun pada variasi setelahnya kuat lentur rata-rata mengalami kenaikan. Penurunan pada kuat lentur rata-rata disebabkan oleh factor penambahan air untuk mencapai nilai slump tertentu. Pada saat percobaan penambahan air tidak dikontrol, sehingga FAS bertambah tidak sesuai dengan rencana dan menurunkan mutu beton.

c.) Dari hasil uji anova 5 sampel nilai F_{hitung} kurang dari F_{tabel} , hal tersebut menunjukkan bahwa belum ada interaksi antara penambahan serat bambu terhadap kuat lentur beton ringan.

- a.) Berdasarkan analisis eksperimen, pelapisan batu apung belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kuat lentur beton ringan.
- b.) Hasil analisis uji T 5 sampel didapatkan nilai T_{hitung} kurang dari T_{tabel} , hal tersebut menunjukkan bahwa pelapisan batu apung masih belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kuat lentur beton ringan.

5.2 Saran

Berikut ini merupakan saran apabila melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh variasi penambahan serat dan pelapisan batu apung terhadap kuat lentur beton ringan:

1. Dalam pembuatan beton serat perlu diperhatikan kebutuhan airnya (FAS), karena kebutuhan air beton berserat berbeda dengan beton tanpa serat.
2. Dalam percobaan laboratorium hendaknya mengacu pada nilai FAS rencana bukan nilai *slump*. Hal tersebut untuk mendapatkan nilai kekuatan sesuai dengan yang telah direncanakan.
3. Perlu dilakukan penelitian pengaruh serat bambu terhadap kuat lentur beton ringan dengan interval prosentase serat bambu yang lebih besar agar hasil yang didapatkan lebih kontras dan signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI COMMITE 544., May 1982, *State Of The Art Report On Fibre Reinforced Concrete*, ACI 544. IR-82, ACI, Detroit, Michigan
- Amri, Sjafei. 2005, *Teknologi Beton A-Z*. Jakarta
- Anton J. Hartomo. 1992, *Memahami Polimer Perekat*. Andi Offset, Yogyakarta
- Bideci, Alper ., Haydar Gultekin, Ali., Yildirim, Hasan., Oymael, Sabit., Salli Bideci, Ozlem, Polymer coated pumice and their properties, Science Direct, 2014
- Departemen Pekerjaan Umum. 2002, *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan dengan Agregat Ringan (SK SNI-T-03-3449-2002)*, Jakarta.
- Dipohusodo, Istimawan, *Struktur Beton Bertulang*, Badan LITBANG PU, 1993.
- Dransfield, S. Dan E. A. Widjaja (Editor). 1995. *Plant Resources of South-East Asia No. 7 : Bambus*. Backhuys Publisher. Leyden
- Firman, 1998, *Bamboos Fibre Cement Board*, Tugas Akhir, JTS UII, Yogyakarta
- Hartomo, A. J, dkk. 1992. *Memahami Polimer dan Perekat*. Yogyakarta: Andi Offset
- Mulyono, Tri. 2004, *Teknologi Beton*, First Edition. Yogyakarta:Andi
- Murdock, L.J, K.M Brook dan Stephanus Hendarko. 1999, *Bahan dan Praktek Beton*, Edisi Keempat.Jakarta: Penerbit Erlangga
- Nawy, E.G. 1985. *Terjemahan. Beton Bertulang*, Refika:Bandung
- Neville AM. 1981. *Properties of Concrete, 3rd Edition*. London
- Nurketamanda, Denny, Andi Alvin. 2012. *Desain Proses Pembentukan Serat Bambu sebagai Bahan Dasar Produk Industri Kreatif Berbahan Dasar Serat pada UKM*.
- Nurlina, Siti, *Struktur Beton*, Bargie Media, 2008.
- Pusat Penelitian & Pengembangan Teknologi Mineral Dan Batubara, 2005
- Sindusuwarno. 1963. *Permasalahan Sumberdaya Bambu di Indonesia* Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- SK SNI S-16-1990-F, *Spesifikasi Agregat Ringan untuk Beton Struktural*.
- SK SNI T-15-1990-03, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.
- SNI 4431:2011, *Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan*.
- SNI 0013-1981, *Mutu dan Cara Uji Semen Portland*.
- SNI 03-2847-2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*.
- Soroushian & Bayasi, 1987, *Fibre Reinforced Concrete Design And Application*, Seminar Proceeding Composite And Structure Centre, Michigan State University
- Subakti, Aman. 2005. *Teknologi Beton Dalam Praktek*, Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya
- Suseno, Hendro. 2010. *Bahan Bangunan untuk Teknik Sipil*. Bargie Media.
- Wuryati, Samekto, Candra Rahmadiyanto. 2001. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Kanisius